

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 85730153.5

Int. Cl.<sup>4</sup>: **A 61 K 49/00**

Anmeldetag: 21.11.85

Priorität: 23.11.84 DE 3443251  
23.11.84 DE 3443252  
04.03.85 DE 3508000

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
02.07.86 Patentblatt 86/27

Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

Anmelder: **SCHERING AKTIENGESELLSCHAFT** Berlin  
und Bergkamen  
Müllerstrasse 170/178 Postfach 65 03 11  
D-1000 Berlin 65(DE)

Erfinder: **Gries, Heinz, Dr.**  
Helmstedter Strasse 19  
D-1000 Berlin 31(DE)

Erfinder: **Mützel, Wolfgang, Dr.**  
Weddigenweg 74  
D-1000 Berlin 45(DE)

Erfinder: **Zurth, Christian, Dr.**  
Zabel-Krüger-Damm 144  
D-1000 Berlin 28(DE)

Erfinder: **Weinmann, Hanns-Joachim, Dr.**  
Ahornstrasse 31  
D-1000 Berlin 41(DE)

**Magnetische Partikel für die Diagnostik.**

Mittel, die magnetische Partikel, vorzugsweise Doppelmetall - oxide / - hydroxide, enthalten. Diese sind zur Anwendung in der Diagnostik geeignet.

Die Erfindung betrifft Mittel zur Anwendung in der Diagnostik, die magnetische Partikel enthalten, bestehend aus einem magnetischen Doppelmetall-oxid/-hydroxid oder einem magnetischen Metall und gegebenenfalls einem Komplexbildner.

Ferner betrifft die Erfindung neue Komplexe aus Doppelmetall-oxid/-hydroxid und einem Komplexbildner.

Als magnetischer Bestandteil kommen Metallpartikel, wie Eisen-, Kobalt-, Nickelpartikel, magnetische Eisenoxide wie  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und Doppeloxide/Doppelhydroxide in Betracht, die zwei- und/oder dreiwertiges Eisen enthalten, wie beispielsweise Ferrite der allgemeinen Formel  $m\text{MO} \cdot n\text{Fe}_2\text{O}_3$ , worin M ein zweiwertiges Metallion oder ein Gemisch aus zwei zweiwertigen Metallionen ist, oder beispielsweise Ferrite der allgemeinen Formel  $n\text{FeO} \cdot m\text{M}_2\text{O}_3$ , worin M ein dreiwertiges Metallion ist, und m und n die Zahlen 0, 1 bis 6 bedeuten. Bevorzugt sind Doppeloxide/Doppelhydroxide, die die physiologisch in geringen Mengen akzeptablen Elemente Magnesium, Zink, Eisen und Kobalt, gegebenenfalls auch noch in sehr geringen Mengen Mangan, Nickel, Kupfer, Barium und Strontium bzw. im Falle der dreiwertigen Ionen Chrom, Lanthan, Gadolinium, Europium, Dysprosium, Holmium, Ytterbium und Samarium enthalten.

Als physiologisch verträgliche Komplexbildner können beispielsweise Mono-, Di-,

Oligo- und Polysaccharide, Proteine, Mono- oder Polycarbonsäuren - auch in Form ihrer Ester oder Salze - und synthetische Schutzkolloide, wie Polyvinylalkohol, Polysilane, Polyethylenimine oder Polyglutaraldehyd verwendet werden. Bevorzugt sind Zucker, Dextrane, Dextrine, Ölsäure, Bernsteinsäure, Gelantine, Globuline und Albumine, wie zum Beispiel Humanserumalbumin, an die gegebenenfalls Biomoleküle geknüpft sind. Solche Biomoleküle können beispielsweise Hormone, wie

Insulin, Prostaglandine, Steroide, sowie Aminosucker, Peptide, Proteine oder Lipide sein, Besonders hervorzuheben sind Konjugate mit Albuminen, wie Humanserumalbumin, Staphylokokken-Protein A, Antikörpern, wie zum Beispiel monoklonale Antikörper und Konjugate oder Einschlußverbindungen mit Liposomen, die beispielsweise als unilamellare oder multilamellare Phosphatidylcholin-Cholesterol-Vesikel eingesetzt werden.

Als Komplexbildner können auch anorganische Schutzkolloide wie zum Beispiel Zeolithe verwendet werden.

Die zur Anwendung kommenden Komplexbildner bzw. Stabilisatoren sollen eine Trennung von Magnetteilchen und Flüssigkeit verhindern. Hierfür müssen die Magnetteilchen mit einer Schicht von langkettigen Molekülen bedeckt sein, die mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche in den Raum orientiert sind. Bei adsorptionsstabilisierten magnetischen Flüssigkeiten ist der polare Teil des Stabilisatormoleküls mit der Oberfläche des magnetischen Teilchens über die elektrostatische Wechselwirkung verbunden, bei chemisch stabilisierten magnetischen Flüssigkeiten sind die Stabilisatormoleküle chemisch an die Teilchenoberfläche gebunden. Diese chemische Bindung kann z.B. in der Weise erfolgen, wie sie in der DDR-Patentschrift 160532 offengelegt ist.

Für die Anwendung in der NMR-Diagnostik soll im allgemeinen die durchschnittliche Teilchengröße für die Metallpartikel weniger als 500 Å, für die Ferrite weniger als 150 Å im Durchmesser betragen.

Komplexe von Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) mit Dextran bzw. mit Humanserumalbumin sind zum Beispiel beschrieben in den US-Patenten 4.101.435 und 4.452.773 bzw. in J.Pharm.Sci. 68, 79 (1979). Sie bilden in Wasser stabile Sole, die aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften vielfältige Verwendung finden können. So sind sie unter anderem als Drug-Carrier (vor allem für Cytoxika bei der Tumorbehandlung), als Agens zur Messung des Blutstroms, als Marker in der Scanning-/ transmission-Elektronenmikroskopie, zur Kennzeichnung und Abtrennung von Zellen und Biomolekülen (zum Beispiel eines Antigens aus einer Antigenmischung, indem man Partikel benutzt, die kovalent an den entsprechenden Antikörper gebunden sind), sowie auch zur Anwendung auf mechanischem Gebiet (z.B. für Ton- und Videobänder) geeignet. Ferner ist Dextran-Magnetit als Relaxationsagens zur Messung des Wasseraustausches an Erythrozytenmembranen vorgeschlagen worden (Biochem. and Biophys. Res. Comm. 97, 114 (1980)).

Ferromagnetische Zeolith-Partikel sind zum Beispiel zur Auftrennung von Kohlenwasserstoffgemischen verwendet worden (Europäische Patentanmeldung Publikations Nr. 0130043).

Viele der bisher beschriebenen magnetischen Flüssigkeiten sind für eine diagnostische Anwendung ungeeignet, da sie physiologisch unverträgliche Komponenten enthalten.

Es wurde nun gefunden, daß die erfindungsgemäßen Mittel überraschenderweise die vielfältigen Voraussetzungen für die Eignung als Kontrastmittel für die NMR-Diagnostik erfüllen. (Eine ausführliche Diskussion dieser Voraussetzungen findet sich in der Europäischen Patentanmeldung Publikations Nr. 71 564 und der Deutschen Patentanmeldung P 34 01 052.1).

So sind sie hervorragend dazu geeignet, nach enteraler oder parenteraler Applikation durch Veränderung der Signalintensität das mit Hilfe des Kernspintomographen erhaltene Bild in seiner Aussagekraft zu verbessern. Ferner zeigen sie die hohe Wirksamkeit, die notwendig ist, um den Körper mit möglichst geringen Mengen an Kontrastmitteln zu belasten, und die gute Verträglichkeit, die notwendig ist, um den nicht-invasiven Charakter der Untersuchung aufrechtzuerhalten.

Als besonders günstig ist hierbei anzusehen, wenn als Träger der magnetischen Eigenschaften das Eisen fungiert, ein physiologisch unbedenkliches Element, das für den menschlichen Organismus sogar essentiell ist. Da überraschenderweise im Vergleich zu allen vorbekannten Kontrastmitteln die wirksame Dosis außerordentlich niedrig ist, ergibt sich ein sehr hoher Sicherheitsabstand für die Verwendung der Komplexe in vivo.

Die gute Wasserlöslichkeit der erfindungsgemäßen Mittel erlaubt es, hochkonzentrierte Lösungen herzustellen, um die Volumenbelastung des Kreislaufs in vertretbaren Grenzen zu halten und die Verdünnung durch die Körperflüssigkeit auszugleichen. Weiterhin weisen die erfindungsgemäßen Mittel nicht nur eine hohe Stabilität in vitro, sondern auch eine überraschend hohe Stabilität in vivo auf.

Ein besonderer Vorzug der erfindungsgemäßen Mittel ist es, daß mit ihnen aufgrund spezifischer pharmakokinetischer Eigenschaften Gewebe, Organe und Organsysteme in ihrer Signalintensität im Kernspintomogramm stark verändert werden können. Zum ersten Mal stehen gut verträgliche Kontrastmittel u.a. für die bildliche Darstellung von Tumoren der Leber und Milz zur Verfügung. Durch Bindung des ferromagnetischen Materials an Biomoleküle wie zum Beispiel monoklonale für tumorassoziierte Antigene spezifische Antikörper oder Anti-Myosin, gelingt eine Verbesserung der Tumor- und Infarkt-Diagnostik. Als monoklonale Antikörper für die Konjugation kommen insbesondere solche infrage, die gegen überwiegend zellmembranständige Antigene gerichtet sind. Als solche sind zum Beispiel für die Tumordarstellung monoklonale Antikörper bzw. deren Fragmente ( $F(ab)_2$ ) geeignet, die zum Beispiel gegen das Carcinoembryonale Antigen (CEA), humanes Chorionadotropin ( $\beta$ -hCG) oder andere tumorständige Antigene, wie Glycoproteine, gerichtet sind. Geeignet sind u.a. auch Anti-Myosin-, Anti-Insulin- und Anti-Fibrin-Antikörper.

Konjugate oder Einschlußverbindungen mit Liposomen eignen sich für Leberuntersuchungen. Die NMR-Diagnostik im Magen-Darm-Bereich wird durch enterale Applikation der erfindungsgemäßen Mittel verbessert, wodurch beispielsweise eine bessere Abgrenzung von Darmabschnitten bei Pankreas-Untersuchungen erreicht wird.

Speziell Mikrosuspensionen von nur wenig dissoziierenden Bariumferriten sind auch als Röntgenkontrastmittel ausgezeichnet geeignet, insbesondere für die enterale Applikation zur Diagnostik des Magen-Darm-Bereichs.

Da die akustische Impedanz der erfindungsgemäßen Mittel höher ist als die von Körperflüssigkeiten und Geweben, sind sie auch als Kontrastmittel für die Ultraschalldiagnostik geeignet.

Die Herstellung der Mikrosuspensionen der Doppelmetall-oxid/-hydroxid-Komplexe erfolgt in an sich bekannter Weise dadurch, daß man wäßrige Lösungen der entsprechenden zwei- und dreiwertigen Metallsalze, beispielsweise die Halogenide, zusammen gibt. Dann wird mit Alkalihydroxiden, wie zum Beispiel Ammonium- oder Natriumhydroxid und/oder Alkalicarbonaten, wie zum Beispiel Natriumcarbonat versetzt, um den pH-Wert zu erhöhen und die Metalloxide bzw. Metallhydroxide in Form feinsten Partikel zu erzeugen, an die der Komplexbildner bindet. Durch zum Beispiel Zentrifugieren sowie zum Beispiel Gelfiltrations-Chromatographie und/oder Dialyse kann eine Abtrennung und Reinigung der gewünschten Komplexe erfolgen.

In einer anderen Herstellungsweise wird das fein gemahlene Doppeloxid bzw. Metall mit dem Schutzkolloid behandelt (siehe zum Beispiel J.Pharm.Sci. 68, 79, (1979)).

Die Bindung der Biomoleküle erfolgt in an sich bekannter Weise nach Methoden, wie sie zum Beispiel in Rev.roum.Morphol.Embryol. Physiol., Physiologie 1981, 18, 241 und J.Pharm.Sci. 68, 79 (1979) beschrieben sind.



Die Herstellung magnetischer Zeolith-Partikel kann zum Beispiel nach der in der Europäischen Patentanmeldung (Publikations-Nr. 130043) angegebenen Vorschrift erfolgen.

Magnetische silanisierte Partikel können zum Beispiel nach der in der Europäischen Patentanmeldung (Publikations-Nr. 125995) angegebenen Vorschrift hergestellt werden.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen diagnostischen Mittel erfolgt ebenfalls in an sich bekannter Weise, indem man die erfindungsgemäßen Partikel gegebenenfalls unter Zugabe der in der Galenik üblichen Zusätze in wäßrigem Medium suspendiert und anschließend die Suspension gegebenenfalls sterilisiert. Geeignete Zusätze sind beispielsweise physiologisch unbedenkliche Puffer (wie z.B. Tromethamin) oder, falls erforderlich, Elektrolyte wie zum Beispiel Natriumchlorid oder falls erforderlich Antioxidantien wie zum Beispiel Ascorbinsäure.

Sind für die enterale Verabreichung oder andere Zwecke Suspensionen der erfindungsgemäßen Mittel in Wasser oder physiologischer Salzlösung erwünscht, werden sie mit einem oder mehreren in der Galenik üblichen Hilfsstoffen (z.B. Methylcellulose, Lactose, Mannit) und/oder Tensiden (z.B. Lecithine, Tweens<sup>(R)</sup>, Myrj<sup>(R)</sup>) und/oder Aromastoffen zur Geschmackskorrektur (z.B. ätherischen Ölen) gemischt.

Die Mittel, die unkomplexierte magnetische Partikel enthalten, sind vorzugsweise für die enterale Applikation geeignet.

Die erfindungsgemäßen diagnostischen Mittel enthalten 1  $\mu\text{Mol}$  bis 1 Mol, vorzugsweise 0,1 bis 100 mMol magnetisches Metall pro Liter und werden in der Regel in Mengen von 0,001 bis 100  $\mu\text{Mol}$ , vorzugsweise 0,1 bis 10  $\mu\text{Mol}$  magnetisches Metall pro Kilogramm Körpergewicht dosiert. Sie sind zur enteralen und parenteralen Applikation bestimmt.

Die folgenden Ausführungsbeispiele dienen zur weiteren Erläuterung der Erfindung.



### Beispiel 1

Eine Lösung von 100 g Glucose in 824 ml Wasser wird mit 140 ml einer 1-molaren Eisen-III-chloridlösung und mit 70 ml einer 1-molaren Eisen-II-chloridlösung versetzt, so daß ein Eisengehalt von 11,71 g resultiert. Die Mischung wird bei Raumtemperatur durch tropfenweise Zugabe einer 20 gew.-%igen wäßrigen Natriumcarbonatlösung auf pH 2,4 gebracht. Nach Beendigung der Gasentwicklung setzt man 45 ml einer 10-normalen Natronlauge zu und erhitzt die Mischung 30 Minuten zum Rückfluß. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur bringt man durch Zugabe von 6-normaler Salzsäure auf pH 6,2 und fällt anschließend den Komplex durch Zugabe von 2 Liter Ethanol unter Rühren. Man zentrifugiert ab, löst den Rückstand in Wasser und entfernt Fremdionen durch Dialyse. Die gereinigte Lösung wird im Vakuum eingeengt, filtriert und lyophilisiert. Man erhält den gewünschten Glucose-Magnetit-Komplex als braunes Pulver.

### Beispiel 2

80 g Dextrin (Polymaltose, basale Viskosität 0,05/25°C) werden in 180 ml Wasser bei 70°C in Lösung gebracht. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wird in eine Mischung aus 70 ml 1-molarer Eisen-III-chloridlösung und 35 ml einer 1-molaren Eisen-II-chloridlösung eingerührt. Dann bringt man die Mischung durch tropfenweise Zugabe einer 20 gewichts-%igen wäßrigen Natriumcarbonatlösung auf pH 1,7. Nach Beendigung der Gasentwicklung stellt man durch tropfenweise Zugabe von 10 n-Natronlauge einen pH-Wert von 11,0 ein und erhitzt 30 Minuten zum Rückfluß. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur bringt man durch

Zugabe von 6-normaler Salzsäure auf pH 6,2, fällt den Komplex durch Zugabe von 500 ml Ethanol, zentrifugiert, löst den Rückstand in Wasser und entfernt Fremdionen durch Dialyse. Die kolloide Lösung wird nach Filtration lyophilisiert. Man erhält den gewünschten Dextrin-Magnetit-Komplex als schwarzes Pulver.

### Beispiel 3

Eine Lösung von 2,5 g Humanserumalbumin in 10 ml Wasser wird mit 720 mg Eisenchromit,  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , in Form von Partikeln mit einem Durchmesser von 10-20 nm versetzt. Die Suspension wird in 600 ml Baumwollsaatöl eingetragen und die Emulsion durch Ultrabeschallung (100w, 1 min bei 4°C) homogenisiert. Dann wird die Emulsion tropfenweise unter intensivem Rühren in 2 Liter 120°-heißes Baumwollsaatöl eingegossen. Nach weiterem 10 minütigem Erhitzen auf 120° kühlt man auf Raumtemperatur ab und wäscht die erhaltenen Micropartikel mit Hilfe von Methyl-t-Butylether ölfrei. Nach 24 stündigem Trocknen bei 4° unter Lichtausschluß erhält man den gewünschten Humanserumalbumin-Eisenchromit-Komplex als tiefschwarzes Pulver.

### Beispiel 4

112 mg Dextrin-Magnetit-Komplex (Beispiel 2) werden in 20 ml einer 0,9%igen Kochsalzlösung eingetragen. Das 15 Minuten bei 110°C pasteurisierte Sol dient zur parenteralen Applikation.

Beispiel 5

Ein Granulat, hergestellt aus 12 mg Dextrin-Magnetit-Komplex (Beispiel 2), 2,42 g Tromethamin, 45 g Mannit und 10 g Tylose, wird in 1000 ml Aqua dest. eingerührt für die enterale Applikation verwendet.

Beispiel 6

150 mg Glucose — Magnetit-Komplex (Beispiel 1) werden in 25 ml einer 0,9%igen Kochsalzlösung eingerührt. Man füllt in Ampullen ab, die hitzesterilisiert werden.

Beispiel 7

Ein Granulat, hergestellt aus 50 mg Glucose — Magnetit-Komplex (Beispiel 1), 3,00 g Tromethamin, 50 g Mannit und 10 g Tylose wird in 1000 ml Aqua dest. eingerührt und in Flaschen zur enteralen Applikation abgefüllt.

Beispiel 8

Ein Granulat, hergestellt aus 20 mg Albumin-Eisenchromit-Komplex (Beispiel 3), 1,8 g Tromethamin, 50 g Mannit und 8 g Tylose, wird in 750 ml Aqua dest. eingerührt und für die enterale Applikation verwendet.

BEISPIEL 9:

Eine Lösung von 250 mg Humanserumalbumin in 0,75 ml Wasser wird mit 65 mg Zinkferrit,  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ , in Form von Partikeln mit einer Teilchengröße von 10 - 20 nm im Durchmesser, versetzt. Die Suspension wird in 20 ml Baumwollsaatöl eingegossen und die gebildete Emulsion durch Ultrabeschallung (100 w, 1 min bei 4° C) homogenisiert. Dann wird das gekühlte Homogenat unter intensivem Rühren in 10 ml ca. 120° C - heißes Baumwollsaatöl eingegossen. Man läßt noch 10 min bei 120° C rühren, kühlt auf Raumtemperatur ab und wäscht die Mikropartikel mit Hilfe von Methyl-tert.butylether ölfrei. Nach 24 stündigem Trocknen im Vakuum unter Lichtausschluß bei 4° C erhält man den gewünschten Humanserumalbumin -Zinkferrit-Komplex in Form von Mikropartikeln mit einem Durchmesser von  $500 \pm 100$  nm.

BEISPIEL 10:

Eine Suspension von 31 mg Humanserumalbumin, 10 mg Magnetit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , und 6 mg Protein A (Pharmacia, Freiburg) in 0,12 ml Wasser wird mit 20 ml Baumwollsaatöl im Ultraschallbad homogenisiert (100 w, 1 Min bei 4° C). Dann wird das Homogenat unter intensivem Rühren in 15 ml ca. 120° C - heißes Baumwollsaatöl eingegossen. Man läßt noch 10 min bei 120° C rühren, kühlt auf Raumtemperatur ab und wäscht die Mikropartikel mit Hilfe von Methyl-tert.butylether ölfrei (jeweils 15 min Zentrifugieren bei 2000 xg). Nach 24 stündigem Trocknen im Vakuum unter Lichtausschluß bei 4° C erhält man das gewünschte Humanserumalbumin - Magnetit-Protein A - Konjugat in Form von Mikropartikeln mit einem Durchmesser von  $200 \pm 80$  nm. 0,5 mg Konjugat werden in 1 ml 0,01 m Phosphatpuffer bei pH 8 und 37° C 30 min mit 500 µg Anti-CEA inkubiert. Dann werden die Mikropartikel dreimal mit Pufferlösung gewaschen und nach Zentrifugieren gefriergetrocknet. Die Bindungskapazität beträgt  $80 \pm 3$  µg / mg Antikörper / Mikropartikel. Das Konjugat wird in physiologischer Kochsalzlösung zur parenteralen Applikation verwendet. Durch Inkubieren des Humanserumalbumin-Magnetit-Protein A-Konjugates mit Anti-Myosin erhält man in analoger Weise das entsprechende Antikörperkonjugat zur parenteralen Applikation.

BEISPIEL 11:

Zu einer Lösung von 2 g Dextran- Magnetit (Meito Sangyo Co.Ltd.) in 30 ml Wasser gibt man eine Lösung von 3,3 g Kaliumhydroxid in 12 ml Wasser. Man läßt 10 Min rühren, kühlt auf 5° C ab und versetzt mit einer Lösung von 1,5 g 2-Bromethylamin in 1,8 ml Wasser. Man läßt zwei Stunden unter Kühlung nachrühren und dann über Nacht auf Raumtemperatur kommen. Dann gibt man bei pH 6,8 2,5 g Glutaraldehyd zu und hält den Ansatz 18 Stunden bei Raumtemperatur. Nach Filtration über Aktivkohle wird eingeeengt und das polymere Produkt durch Fällen mit Aceton isoliert. Man wäscht das abgesaugte Produkt mit Aceton und trocknet es im Vakuum. Zu 20 µl einer Lösung von 0,3 mg Anti-CEA in 0,05 molarem Natriumbicarbonatpuffer (pH 7 - 8) werden 2 mg des derivatisierten Dextran-Magnetits gegeben. Nach mehrstündiger Inkubationszeit wird die erhaltene Lösung gegen 0,3 molaren Natriumphosphatpuffer dialysiert und anschließend über eine Sephadex G 25 - Säule gereinigt. Durch Gefriertrocknung wird das gewünschte Antikörper-Konjugat isoliert, das zur parenteralen Applikation verwendet wird.

In analoger Weise erhält man das entsprechende Dextran-Magnetit-Anti-Myosin-Konjugat.

BEISPIEL 12:

Ein Granulat, hergestellt aus 50 mg Zeolith Y- Magnetit - Komplex (hergestellt nach Europ. Pat. Anm. 0130 043), 3 g Tromethamin, 30 g Mannit und 15 g Tylose wird in 1000 ml Wasser pro Injektion eingemischelt und in Flaschen zur enteralen Applikation abgefüllt.

BEISPIEL 13:

150 mg Humanserumalbumin - Zinkferrit-Komplex (Beispiel 9) werden in 25 ml 0,9 % iger Kochsalzlösung suspendiert und in Ampullen abgefüllt, die pasteurisiert werden.

BEISPIEL 14:

Ein Granulat, hergestellt aus 1000 mg Eisen-Zeolith-Y - Komplex (hergestellt nach Europ. Anm. 0130043), 5 g Tromethamin, 300 g Mannit und 100 g Tylose werden in 20 l Wasser pro injectione suspendiert und in Flaschen zur oralen Applikation abgefüllt.

BEISPIEL 15:

Nach den in Proc. Natl. Acad. Sci. USA 75, 4194 beschriebenen Vorgehensweise wird ein Lipidgemisch aus 75 Mol % Ei-Phosphatidylcholin und 25 mol % Cholesterol als Trockensubstanz hergestellt. Hiervon werden 500 mg in 30 ml Diethylether gelöst und im Ultraschallbad tropfenweise mit 3 ml eines mit 0,9 %iger Kochsalzlösung im Verhältnis 1:2 verdünnten Dextran-Magnetit-Sols versetzt. Dann setzt man die Ultraschallung noch 10 Min fort und engt im Rotavapor schonend ein. Der gelartige Rückstand wird in einer 0,125 molaren Kochsalzlösung suspendiert und bei 40° C wiederholt durch Zentrifugieren (20000 g / 20 Min) von nicht verkapselten Anteilen befreit. Die so behandelten Liposomen werden im Multivial gefriergetrocknet. Die intravasale Applikation erfolgt als kolloidale Dispersion in physiologischer Kochsalzlösung.

Beispiel 16

112 mg Dextran-Magnetit-Komplex (bezogen von Fa. Meito Sangyo, Japan) werden unter Rühren in 20 ml einer 0,9%igen Kochsalzlösung eingetragen. Das erhaltene Sol wird in Ampullen abgefüllt und hitzesterilisiert.

Beispiel 17

Ein Granulat, hergestellt aus 12 mg Dextran-Magnetit-Komplex, (bezogen von Fa. Meito Sangyo, Japan) 2,42 g Tromethamin, 45 g Mannit und 10 g Tylose, wird in 1000 ml Aqua dest. eingerührt für die enterale Applikation verwendet.

Beispiel 18

Man mischt 40 ml einer 1-molaren Eisen-III-chlorid-Lösung und 20 ml einer 1-molaren Zinkchlorid-Lösung und erwärmt auf 80°C. Die heiße Lösung gießt man unter intensivem Rühren in eine Lösung von 6,8 g Natriumhydroxid in 28 ml Wasser. Man hält 24 Stunden am Rückfluß, zentrifugiert die Suspension nach Abkühlen auf Raumtemperatur, suspendiert den Rückstand in 100 ml Wasser und bringt die Suspension mit konzentrierter Salzsäure auf pH 1,4. Man löst 18 g Dextran T 10 (Pharmacia) in 100 ml Wasser und erhitzt nach Zugabe von 1,8 ml 40 %iger Natronlauge eine Stunde zum Rückfluß. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur versetzt man die neutrale Lösung mit 1000 ml Methanol. Nach Stehen über Nacht wird vom wäßrigen Methanol abdekantiert und der Rückstand in 100 ml Wasser gelöst. Zu dieser Lösung gibt man die Zinkferritsuspension und erhitzt die Mischung unter intensivem Rühren 40 Minuten zum Rückfluß. Nach dem Abkühlen wird die kolloide Lösung neutralisiert und durch Dialyse ionenfrei gemacht. Nach Lyophilisieren erhält man den Dextran-ZnO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Komplex als braunes Pulver. In analoger Weise wird unter Verwendung einer 1-molaren Bariumchlorid-Lösung ein Dextran-Bariumferrit-Komplex als braunes Pulver erhalten.



Beispiel 19

Der in Beispiel 18 erhaltene Dextran-Zinkferrit-Komplex wird in Multivials eingefüllt. Nach Zugabe von physiologischer Kochsalzlösung erhitzt man 20 Minuten auf 120°C. Man erhält eine gebrauchsfertige sterilisierte kolloide Injektionslösung.

Beispiel 20

Man stellt eine homogene Mischung her aus

1000 g Bariumferrit einer durchschnittlichen Korngröße von 1 µm,

hergestellt nach Beispiel 18

20 g Sorbit

20 g Natrium-citrat

5 g Tylose.

250 g der Mischung werden mit 80 ml Wasser angerührt und dienen als Röntgenkontrastmittel für die enterale Applikation.

Beispiel 21

Man mischt 40 ml einer 1-molaren Eisen-III-chlorid-Lösung und 20 ml einer 1-molaren Eisen-II-chlorid-Lösung und erwärmt auf 80°C. Die heiße Lösung gießt man unter intensivem Rühren in eine Lösung von 6,8 g Natriumhydroxid in 28 ml Wasser. Man erhitzt 24 Stunden zum Rückfluß und neutralisiert durch Zugabe von konzentrierter Salzsäure. Ein Gemisch von 8 g Ölsäure, 10 ml 3n-Natronlauge und 50 ml Wasser wird solange auf 60°C erhitzt, bis das Natriumoleat in Lösung gegangen ist. Dann gibt man die Lösung in die Magnetit-Mikrosuspension und hält unter intensivem Rühren 30 Minuten bei 90°C. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur stellt man einen pH-Wert von 7,2 ein, trennt die gröberen Teilchen durch Zentrifugieren ab und erhält nach Dialyse eine kolloide Lösung, die 520 mg Eisen pro ml enthält und die zur Anwendung, nach Bedarf mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, in Ampullen abgefüllt und hitzesterilisiert wird. In analoger Weise werden unter Verwendung einer 1-molaren Lösung von Zinkchlorid anstelle der Eisen-II-chlorid-Lösung eine kolloide Lösung des entsprechenden Zinkferrit-Komplexes, und unter Verwendung einer 1-molaren Lösung von Barium-

chlorid eine kolloide Lösung des entsprechenden Bariumferrit-Komplexes erhalten.

#### Beispiel 22

Zu einer Mikrosuspension von 50 mg aminopropylsilanisierter Magnetit-Partikel, hergestellt nach der in der Europäischen Patentanmeldung-Publikations-Nr. 125995 beschriebenen Weise, in 1 ml Wasser gibt man eine Lösung von 0,5 mg Immunglobulin G, dessen Kohlehydratteil in der in J.Biol.Chem. 234:445-48 beschriebenen Weise partiell oxidiert worden war, in 0,3 ml Wasser. Man stellt durch Zugabe von Pufferlösung alkalisch, inkubiert 3 Stunden und versetzt dann mit Natriumborhydrid. Die Lösung wird durch Gelfiltrationschromatographie gereinigt und das Proteinkonjugat durch Lyophilisieren als braunes Pulver isoliert. Resuspendieren in physiologischer Kochsalzlösung liefert nach Sterilfiltration das gewünschte diagnostische Mittel zur parenteralen Applikation.

In analoger Weise werden mit monoklonalem Antikörper, wie beispielsweise Antimyosin, die entsprechenden Magnetit-Proteinkonjugat-Lösungen erhalten.

#### Beispiel 23

120 mg Polyethylenimin-Magnetit-Komplex, hergestellt nach US-Patent Nr. 4,267,234, werden unter Rühren in 20 ml einer 0,9%igen Kochsalzlösung eingetragen. Das erhaltene Sol wird ampulliert und hitzesterilisiert.

#### Beispiel 24

120 mg aminopropylsilanierte Magnetit-Partikel, hergestellt in der Europäischen Patentanmeldung-Publikations-Nr. 125 995 beschriebenen Weise, werden unter Rühren in 20 ml einer 0,9%igen Kochsalzlösung eingetragen. Das erhaltene Sol wird ampulliert und hitzesterilisiert.

### Beispiel 25

910 mg Dextran T 10 (Pharmacia) werden in 40 ml Wasser gelöst. Man bringt durch Zugabe von 1-normaler Natronlauge auf  $p_H$  11 und tropft unter Konstanthaltung des  $p_H$ -Wertes eine Lösung von 295 mg Bromcyan in 10 ml Wasser zu. Man läßt den Ansatz 30 Minuten nachrühren und gibt dann 0,3 ml einer 6-millimolaren Hydrazinhydratlösung zu. Man bringt durch Zusatz von 1-normaler Salzsäure auf  $p_H$  8,5 und läßt über Nacht bei Raumtemperatur rühren. Nach erschöpfender Dialyse wird die Lösung gefriergetrocknet. Das als weißes Pulver gewonnene mit Hydrazingruppen aktivierte Dextran wird in Form einer wäßrigen Lösung als Stabilisator für Magnetitpartikel analog Beispiel 2 verwendet, die anschließende - Bindung an Proteine erfolgt analog Beispiel 22.

### Beispiel 26

1080 mg Dextran M 8 (Pharmacia) werden in 5 ml einer 10 gewichtsprozentigen Kochsalzlösung gelöst und nacheinander mit 283 mg Hydraziniumchlorid und 1257 mg Natriumcyanoborhydrid versetzt. Man hält den Ansatz 36 Stunden auf  $100^{\circ}C$  und gießt dann die abgekühlte Lösung in 25 ml Methanol ein. Die Fällung wird abgesaugt und getrocknet. Das erhaltene gelbliche kristalline Produkt wird in Wasser gelöst und analog Beispiel 2 als Stabilisator für Magnetitpartikel verwendet; die Bindung der stabilisierten Partikel erfolgt analog Beispiel 22.

Beispiel 27

20 ml Dextran-Magnetit Sol (Meito Sangyo) werden mit 1-% gewichtsprozentiger Kochsalzlösung auf 200 ml verdünnt. 60 ml dieser Lösung werden durch Zugabe von 1-normaler Natronlauge auf  $p_H$  11 gebracht und mit 292 mg Bromcyan nach und nach versetzt, wobei der  $p_H$ -Wert konstant gehalten wird. Nach Zugabe von 0,2 ml Hydrazinhydratlösung stellt man mit 1-normaler Salzsäure einen  $p_H$ -Wert von 8,5 ein und läßt über Nacht rühren. Die Lösung wird dialysiert und das darin enthaltene mit Hydrazin-gruppen aktivierte Dextran-Magnetit analog Beispiel 22 an Aldehydgruppen-enthaltende Glykoproteine gebunden.

1. Mittel zur Anwendung in der Diagnostik, dadurch gekennzeichnet, daß sie magnetische Partikel enthalten.
2. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel Eisen-, Kobalt- oder Nickel-Partikel sind.
3. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetischen Partikel aus einem Doppelmetall-oxid/-hydroxid bestehen.
4. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Komplexbildner enthalten.
5. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Doppelmetall-oxid/-hydroxid ein Ferrit der allgemeinen Formel  $mMOnFe_2O_3$ , worin M ein zweiwertiges Metallion und m und n die Zahlen 0, 1 bis 6 darstellen, ist.
6. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Doppelmetall-oxid/-hydroxid die allgemeine Formel  $nFeO \cdot mM_2O_3$ , worin M ein dreiwertiges Metallion und m und n die Zahlen 0, 1 bis 6 darstellen, hat.
7. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner ein wasserlösliches Protein ist.
8. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner Humanserumalbumin ist.
9. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner ein wasserlösliches Mono-, Di-, Oligo- oder Polysaccharid ist.

10. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner Dextran ist, mit Ausnahme von Dextran-Magnetit.
11. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner Dextrin ist.
12. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner ein Zeolith ist.
13. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner eine Carbonsäure ist.
14. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner ein Polysilan ist.
15. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Komplexbildner ein Polyethylenimin ist.
16. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 12, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Magnetit-Zeolith.
17. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 8, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Humanserumalbumin-Magnetit.
18. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 9, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Glucose-Magnetit.
19. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 9, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextran-Magnetit.
20. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 9, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextrin-Magnetit.
21. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 13, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Ölsäure-Magnetit.

22. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 14, gekennzeichnet durch einen Gehalt an aminopropyl-silanisiertes Magnetit.
23. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 1 und 5, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Bariumferrit.
24. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 10, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextran-Zinkferrit.
25. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 13, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Ölsäure-Zinkferrit.
26. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 13, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Ölsäure-Bariumferrit.
27. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 9, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextran-Bariumferrit.
28. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 10, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextran-Magnetit-Anti-Myosin-Konjugat.
29. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 10, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Dextran-Magnetit-Anti-CEA-Konjugat.
30. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 8, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Humanserumalbumin-Magnetit-Protein A-Anti-CEA-Konjugat.
31. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 8, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Humanserumalbumin-Magnetit A-Anti-Myosin-Konjugat.



32. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 4, 5 und 14, gekennzeichnet durch einen Gehalt an aminopropylsilanisiertem Magnetit-Antikörper-Konjugat.
33. Diagnostische Mittel gemäß Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch einen Gehalt an magnetischen Liposomen.
34. Diagnostische Mittel gemäß Patentansprüchen 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß sie pro Liter 1  $\mu\text{Mol}$  bis 1 Mol magnetisches Metall enthalten.
35. Verfahren zur Herstellung der diagnostischen Mittel gemäß Patentansprüchen 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß man die in Wasser oder physiologischer Salzlösung suspendierten Partikel mit den in der Galenik üblichen Zusätzen bzw. Stabilisatoren in eine für die enterale oder parenterale Applikation geeignete Form bringt.
36. Physiologisch verträgliche magnetische Komplexe aus einem Doppelmetall-oxid/-hydroxid der allgemeinen Formel  $m\text{MO} \cdot n\text{Fe}_2\text{O}_3$ , wobei M ein zweiwertiges Metallion oder ein Gemisch aus zwei zweiwertigen Metallionen darstellt, oder der allgemeinen Formel  $n\text{FeO} \cdot m \frac{\text{M}}{2}\text{O}_3$ , worin M ein dreiwertiges Metallion darstellt. und m und n die Zahlen 0, 1 bis 6 bedeuten, und einem wasserlöslichen Mono-, Di-, Oligo- oder Polysaccharid, Protein oder einer Carbonsäure als Komplexbildner mit der Maßgabe, daß, wenn der Komplexbildner Humanserumalbumin, Dextran oder Ölsäure ist, das Doppelmetall-oxid/-hydroxid nicht Magnetit ist.
37. Ölsäure-Bariumferrit-Komplex.
38. Dextrin-Magnetit-Komplex.
39. Dextran-Eisenchromit-Komplex.

- 40. Dextran-Zinkferrit-Komplex.
- 41. Ölsäure-Zinkferrit-Komplex.
- 42. Dextran-Bariumferrit-Komplex.
- 43. Verfahren zur Herstellung der Komplexe gemäß Patentanspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß man wäßrige Lösungen des Komplexbildners und der entsprechenden zwei- und dreiwertigen Metallsalze zusammengibt, Alkalihydroxide und/oder -carbonate hinzufügt, die gewünschten Komplexe in an sich bekannter Weise abtrennt und reinigt und gegebenenfalls mit Proteinen oder Liposomen konjugiert.
- 44. Verfahren zur Herstellung der Komplexe gemäß Patentanspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß man die magnetischen Partikel fein vermahlt, mit dem gewünschten Komplexbildner behandelt und gegebenenfalls mit Proteinen oder Liposomen konjugiert.
- 45. Verwendung von diagnostischen Mitteln gemäß Patentanspruch 1 für die NMR-Diagnostik.
- 46. Verwendung von diagnostischen Mitteln gemäß Patentanspruch 1 für die Röntgendiagnostik.
- 47. Verwendung von diagnostischen Mitteln gemäß Patentanspruch 1 für die Ultraschalldiagnostik.



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0186616

Nummer der Anmeldung

EP 85 73 0153

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X, D	JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, Band 68, Nr. 1, Januar 1979, Seiten 79-81, American Pharmaceutical Association, US; K. WIDDER et al.: "Magnetic microspheres: Synthesis of a novel parenteral drug carrier" * Seite 79, Absätze 3, 4 *	1-5, 7, 8, 17, 43-45	A 61 K 49/00
X, D	--- US-A-4 452 773 (MOLDAY) * Ansprüche 1, 7, 8, 11, 12, 28 *	1-5, 9, 45	
X	--- US-A-4 001 288 (GABLE) * Spalte 9, Zeilen 35-40; Ansprüche 1-21 *	1-5, 45	
X	--- US-A-4 018 886 (GIAEVER) * Spalte 4, Zeilen 17-45; Ansprüche 1, 2 *	1, 2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A, D	--- US-A-4 101 435 (HASAGAWA et al.) * Spalte 1, Zeilen 1-6; Anspruch 1 *	1, 2	A 61 K G 01 N B 01 J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-02-1986	Prüfer CUENDET P.A.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	CHEMICAL ABSTRACTS, Band 99, Nr. 7, August 1983, Seite 232, Nr. 49843k, Columbus, Ohio, US; V.M. RUNGE et al.: "Work in progress: potential oral and intravenous paramagnetic NMR contrast agents", & RADIOLOGY (EASTON, Pa.) 1983, 147(3), 789-91 * Zusammenfassung *		
A	US-A-4 335 094 (MOSBACH) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-02-1986	Prüfer CUENDET P.A.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div>			